

補助事業番号 28-125

補助事業名 平成28年度 小型 hidroタービンの安定運転に向けた基礎研究補助事業

補助事業者名 徳島大学工学部 重光 亨

1 研究の概要

本事業では、付帯設備が必要ない非常に小さな hidroタービンの安定運転時間の長期化を目標に、数値流体力学（CFD）によりスポークや前段羽根車からの後流が後段羽根車の負荷に及ぼす影響を示した。また、前段羽根車と後段羽根車における圧力場が各羽根車の負荷変動に及ぼす影響も調査し、実験設備も活用し、各羽根車への負荷変動を最小限に抑制する羽根車の支持形態および羽根車形状を明らかにし、圧力変動を50%以上抑制することに成功した。さらに、広い流量範囲において安定性（ロバスト性）に優れた運転法についても検討を行った。

2 研究の目的と背景

本研究では、世界中に存在する未利用小水力資源を有効活用するために、付帯設備が必要ない非常に小さな hidroタービンの研究開発を実施する。小型 hidroタービンは高性能化が重要であるため、二段の羽根車を活用した二重反転形小型 hidroタービンを考案し、翼列間における内部流れを解明することで、最高効率64%を実現した。一方、二重反転形小型 hidroタービンでは、羽根車自体の低コスト化も重要であるため、3Dプリンターを使用した低コスト羽根車を採用する可能性もある。この場合、羽根車の強度低下が危惧され、安定運転を実現する上で、各段の羽根車に作用する負荷変動を明らかにすることが非常に重要となる。本事業では、安定運転時間の長期化を目標に、数値流体力学（CFD）によりスポークや前段羽根車からの後流が後段羽根車の負荷に及ぼす影響を明らかにする。また、圧力場が各羽根車の負荷変動に及ぼす影響も調査する。その上で、実験設備も活用し、各羽根車への負荷変動を最小限に抑制する羽根車の支持形態および羽根車設計指針を確立する。さらに、広い流量範囲においても安定性に優れる運転法についても検討を行い、年間を通して安定的に発電ができる非常にコンパクトな小型 hidroタービンの運転法を構築する。

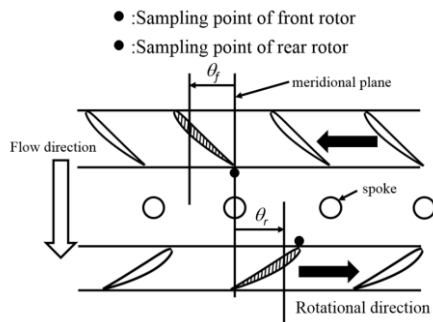
3 研究内容

小型水力タービンの安定運転に向けた基礎研究

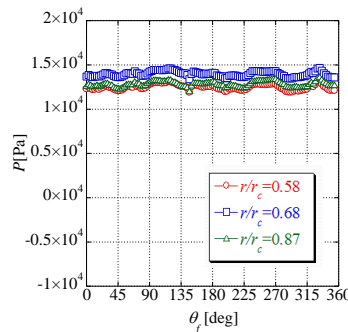
(<http://power14.me.tokushima-u.ac.jp/kikai/>)

① 羽根負荷変動の解明

前段羽根車および後段羽根車における圧力変動を調査し、前段羽根車および後段羽根車周りの圧力場が羽根負荷変動に及ぼす影響や前段羽根車、羽根車支持用スポークからの後流が後段羽根車の圧力変動に及ぼす影響を非定常CFD解析により明らかにした。

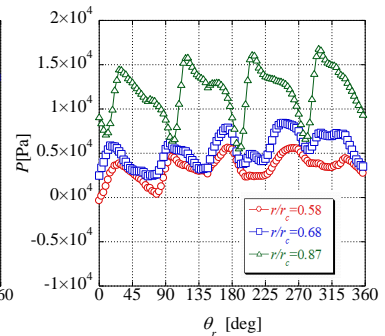


データ取得位置



前段羽根車後縁における圧力変化

(従来型スポーク)

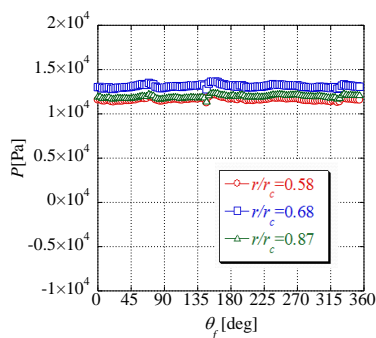


後段羽根車前縁における圧力変化

(従来型スポーク)

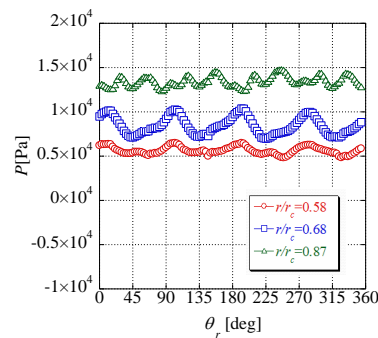
② 羽根車設計指針および羽根車支持形態の確立

羽根負荷変動に関するCFD解析結果をもとに、羽根車支持用スポークからの後流が圧力変動に及ぼす影響が最も大きいことが明らかになった。そこで、羽根車支持用スポークおよび羽根車形状の変更を行い、圧力変動の抑制を試みた結果、羽根車に作用する圧力変動を50%以上抑制することに成功した。



前段羽根車後縁における圧力変化

(新型スポーク)



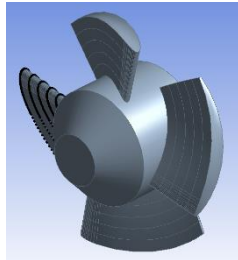
後段羽根車前縁における圧力変化

(新型スポーク)

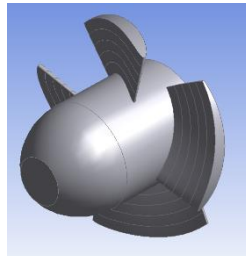
③ 安定運転法の構築

羽根車支持形態および羽根車形状を変更することで部分流量での性能が向上することが確認できた。また、羽根車支持形態は高流量での性能改善効果が大きいことも明

らかとなった。そこで、羽根負荷変動に関する調査結果も踏まえ、 $0.9Q_d - 1.8Q_d$ を稼動運転範囲として、高流量側での運転に重点を置いた運転法を考案し、試験機を使用した検証実験においても、安定した運転を実施することができた。



従来型羽根車



新型羽根車



検証試験装置

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本事業により、高性能かつ安定運転が可能な小型 hidroタービンの実用化されれば、世界中に無数に存在するピコ水力を有効活用することができ、電力ロスのない分散型社会の実現にも貢献できるものと考えられる。また、インライン式農業用水路や簡易水道など生活環境に近い場所に水車を設置する可能性が高まる。小型 hidroタービンは、バッテリー充電ができ、大型の水車のような既設電力網への接続が不要になるため、電気の質の低下を招くことがなく、電力ロスの低減にもつながる。一方、羽根車に作用する圧力変動は水車、ポンプなどのターボ機械の安定運転に密接に関わるため、本事業により得られた研究成果活用し、産業界への展開も期待できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者は流体力学、流体機械、数値流体力学に関する教育、研究を実施しており、今回の研究は流体機械および数値流体力学に関連する横断的な研究テーマである。これまでに小型流体機械を中心とした流体機械の性能向上、内部流れの調査を実施しており、新エネルギー分野として位置付けられるピコ小水力発電に対する応用展開研究として、これまでの研究シーズ、成果を有効活用し、本研究を実施した。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【発表論文】

(1) 原著論文発表 (国内論文誌 1件)

① 重光 亨, 竹島 康東司, 小川 雄也, 楠 丁, 福富 純一郎, “二重反転形小型 hidroタービンの翼近傍における圧力変動”, ターボ機械, Vol. 44, No. 7, pp. 429-437, 2016年7月.

【学会発表】

① Toru Shigemitsu, Yasutoshi Takeshima, Yuya Ogawa, Junichiro Fukutomi, “Internal

Flow of Contra-Rotating Small Hydroturbine at Off-Design Flow Rates”, Proceedings of the 28th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, Grenoble, France, July 2016.

② 小川 雄也, 竹島 康東司, 楠 丁, 重光 亨, “インライン式小型 hidroタービンの設計に関する研究”, 日本機械学会2016年度年次大会, 2016年9月, 九州大学.

③ 重光 亨, 竹島 康東司, 楠 丁, “二重反転形小型 hidroタービンの翼近傍における圧力変動”, ターボ機械協会北見講演会, 2016年9月, 北見工業大学.

④ Nan Ding, Toru Shigemitsu, Yasutoshi Takeshima, “Internal Flow with Foreign Vegetable Materials of Contra-Rotating Small Hydroturbine”, Proceedings of 7th International Symposium on Fluid Machinery and Fluids Engineering, Jeju, Korea, Oct. 2016

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

該当なし

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 徳島大学 大学院理工学研究部 機械科学コース系 流体機械研究室
(トクシマダイガクダイガクインリコウガクケンキュウブキカイカガク
コースケイリュウタイキカイケンキュウシツ)

住 所： 〒770-8506
徳島市南常三島町2-1

申 請 者： 准教授 重光 亨 (シゲミツ トオル)

担 当 部 署： 徳島大学 大学院理工学研究部 機械科学コース系
(トクシマダイガクダイガクインリコウガクケンキュウブ
キカイカガクコースケイ)

E - m a i l : t-shige@tokushima-u.ac.jp

U R L : <http://power14.me.tokushima-u.ac.jp/kikai/>